

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ АРХИТЕКТУРА ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ

ФАЙЗИЕВ Х.

ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИНИНГ
ФИЛЬТРАЦИЯ ҲИСОБИ
1-қисм
(ўқув қўлланма)

Тошкент - 2002 й.

Муаллиф: Х. Файзиёв

Гидротехника иншоотларининг фильтрация ҳисоби 1-қисм: ўқув қўлланма. Файзиёв Х.

Тошкент архитектура қурилиш институти. Тошкент, 2002 й. бет.

Ўқув қўлланма «Гидротехника иншоотларини лойиҳалаш ва қуришда гидравлик ва фильтрация ҳисоблари» фани дастури асосида ёзилган бўлиб, унда фильтрация умумий масалалари, фильтрация назариясини физик ва математик асослари, гидротехника иншоотлари заминдаги босимли фильтрацияни, ҳамда грунтли тўғонлардаги турғун ва нотурғун фильтрацияни ҳисоблаш усуллари баён қилинган.

Қўлланма гидротехника қурилиши магистратура йўналиши талабалари учун мўлжалланган бўлиб, ундан шу соҳадаги қурилиш ва лойиҳалаш ташкилотларининг муҳандис-техник мутахассислари ҳам фойдаланишлари мумкин.

Гидротехника иншоотлари, замин ва пойдеворлар кафедраси.

Чизма ---- жадвал----- адабиёт----

Тошкент архитектура қурилиш институти илмий-услубий кенгаши қарорига асосан нашир этилди.

Тақризчилар: ТИИМСХ «Гидротехника иншоотлари»
кафедраси доц., т.ф.н. Янгиев А.

ТАҚИ «Гидротехника иншоотлари замин ва
пойдеворлар» кафедраси доц. т.ф.н.
Хусанходжаев Ў.И.

Сўз боши

Ушбу ўқув қўлланма “Гидротехника иншоотларини лойиҳалаш ва қуришда гидравлик ва фильтрация ҳисоблари” фани дастури асосида ёзилган бўлиб 5А580215 “Гидротехника иншоотлари” магистратура таълим йўналиши талабаларига мўлжалланган.

Ўзбекистон Республикаси Олий мажлиси IX сессиясида қабул қилинган “Таълим тўғрисидаги қонун” ва “Кадрлар тайёрлаш миллий дастури” олдимизга кўпгина вазифаларни қўйди. Шулар ичида энг муҳими давлат тилида ўқув адабиётларини яратишдир. Айниқса бундай адабиётлар магистратурада таълим олаётган талабалар учун жуда зарурдир.

Ушбу қўлланма шу фан бўйича яратилаётган қўлланмани биринчи қисми ҳисобланади. Қўлланма 4 бобдан иборат бўлиб, 1-бобда фильтрация ҳисобларини вазифаси ва аҳамияти, фильтрацияни асосий қонуни, фильтрация коэффициентини аниқлаш усуллари келтирилган.

2-бобда фильтрация назариясини физик ва математик асослари, фильтрацияни асосий тенгламалари келтирилган. Текисликдаги ва пландаги фильтрация, аста-секин

ўзгарадиган турғун босимсиз фильтрация ҳаракати асосий тенгламаси ва уларни интеграллаш масалалари баён этилган.

3-бобда гидротехника иншоотларини заминдаги босимли фильтрацияни ҳисоблаш усуллари келтирилган. Унда гидротехника иншоотлари ер ости контури элементлари ва ушбу фильтрацияни ҳисоблашни гидротехник усули, ундан ташқари ушбу фильтрацияни ҳисоблашни қаршилик коэффициенти, фрагментлар каби тақрибий усуллари ҳам келтирилган. Бундай фильтрацияни ҳисоблашда гидродинамика тўридан фойдаланиш масалалари берилган. Ушбу тўрни қуришни график ва ЭГДА усули баён этилган.

4-бобда грунтли тўғонлардаги турғун ва нотурғун фильтрация ва уларни ҳисоблаш усуллари баён этилган.

Ушбу ўқув қўлланма шу фандан ўзбек тилида ёзилган биринчи қўлланма бўлганлиги учун у айрим камчиликлардан ҳоли эмас ва муаллиф сизларни тақлиф ва мулоҳазаларингизни минатдорчилик билан қабул қилади. Уни ёзишда ҳозирда рус тилидаги мавжуд адабиётлардан фойдаланилди.

I БОБ. ФИЛЬТРАЦИЯ ТЎҒРИСИДА УМУМИЙ МАЪЛУМОТ.

1.1. Фильтрация тўғрисида тушунча.

Фильтрация сувнинг ғовак муҳитдан сизиб ўтиши. Фильтрация қодисаси билан ҳар хил гидротехника иншоотларини лойиҳалашда тез-тез учратиб турамиз.

Бунга гравитацион ва грунтли тўғонлар, шлюзлар, вақтинчалик дамбалар (перемўчки) қурилиш ҳандаклари, зах қочириш мажмуалари ва бошқалар киради. Сувнинг грунтдаги сизиб ўтиш юзаси қанча катта бўлса, сизилаётган сув оқими шунча катта қаршиликка учрайди. Доналари майда грунтларда фильтрация оз бўлади. Гилли грунтларнинг доналари жуда майда бўлганлиги учун бундай грунтларда фильтрация катта босим таъсиридагина юз бериши мумкин.

Фильтрацияни ўрганишда биз сувни алоҳида ғоваклар ва ёриқлардаги ҳаракати билан қизиқмаймиз, балки фильтрацияни ўртача характеристикаларини аниқлаймиз. Бундайларга фильтрация тезлиги, босим, сув сарфи ва ҳ. киради. Ушбу келтирилган характеристикаларни аниқлаш гидротехника иншоотларини фильтрация ҳисобини асосий масалаларига киради.

1.2. Гидротехника иншоотлари фильтрация ҳисобини мақсад ва вазифалари.

Гидротехника иншоотларини фильтрация ҳисоби қуйидагиларни аниқлаш мақсадида бажарилади;

- а) Гидротехника иншооти тубига фильтрация босимининг таъсири;
- б) Грунтли гидротехника иншоотларида ҳамда уларни қирғоқ билан туташган қисмларида фильтрация оқими депрессия юзаси ҳолатини аниқлаш;
- в) Фильтрация сув сарфини аниқлаш;
- г) Бетон иншоот заминдаги, грунтли иншоот замини ва танасидаги ва иншоотни қирғоқ билан туташган қисмида фильтрация оқими градиенти ва тезлигини аниқлаш.

Ҳисоблашлар натижасида аниқланган бетон иншоотга таъсир қилаётган фильтрация босими, грунтли иншоотлардаги депрессия юзасини ҳолати бошқа факторлар билан бир қаторда бу иншоотларнинг турғунлигини аниқлашга ердам беради, ҳамда уларни иншоот турғунлигига таъсирини камайтирувчи чора-тадбирлар

ишлаб чиқишда фойдаданилади. Фльтрация сарфи тўғрисидаги маълумотлар сув омборида йўқотиладиган фильтрация миқдорини белгилаш ва уни камайтириш чоратадбирларини ишлаб чиқиш учун зарур. Фльтрация оқимини пастки бўёфга ёки дренаж иншоотларига чиқиш қисмидаги градиент ва тезлик тўғрисидаги маълумотлар грунтларни фильтрацияга мустаҳкамлигини аниқлашда талаб қилинади (ўпирилиш, суффозия, туташган қисмида ювилиш).

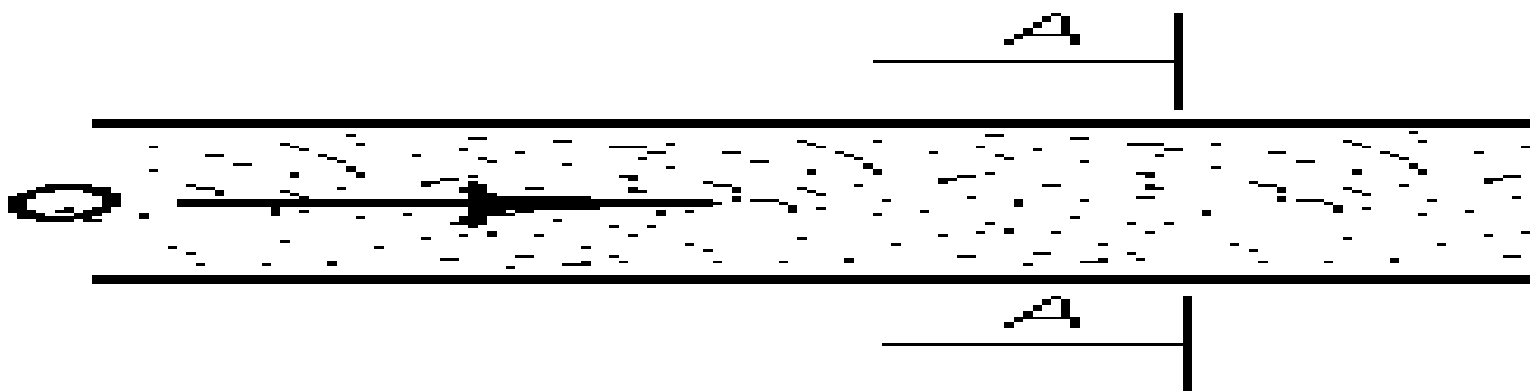
1.3. Фльтрация асосий қонуни.

Ҳовак жисмда фильтрация ҳаракатини асосий қонуни 1856 й. Француз олими Дарси томонидан, маълум узунлик ва кўндаланг кесим юзасига эга бўлган қум намунасидан сизиб ўтаётган сув сарфини кузатиш натижасида ўрнатилган. Кейинчалик ўрнатилган математик боғланиш Дарси қонуни деб аталган.

$$g = K \cdot I \quad (1.1)$$

Бу ифодадан кўриниб турибдики, фильтрация тезлиги босим градиентига тўғри пропорционал.

Бунда K -фильтрация коэффициенти, I - босим градиенти, g - фильтрация тезлиги



Бу ерда грунт ҳоваклари кесим юзаси $\omega_{\text{ғов}}$ грунт заррачалари юзаси $\omega_{\text{зар}}$ орқали сув ҳаракат қилмайди, қувурни бутун кесим юзаси $\omega = \frac{\pi D^2}{4}$ га тенг.

Шундан кўриниб турибдики

$$\omega K \omega_{\text{ғов}} K \omega_{\text{зар}}$$

У ҳолда сувни ҳоваклар орқали ҳаракатини ҳақиқий тезлиги

$$g_{\text{д}} = \frac{Q}{\omega_{\text{ғов}}}$$

Фильтрация тезлиги

$$g = \frac{Q}{\omega}$$

Шундан кўриниб турибдики фильтрация тезлиги деб, баъзи бир фиктив тезликка, сув на фақат ғоваклар орқали, балки қум эгаллаган бутун юза бўйлаб ҳаракат қилади деб, фараз қилинадиган тезликка айтилади.

n -орқали грунтни ҳажмий ғоваклигини ва n' -орқали юзадаги ғоваклик коэффициентини белгилаймиз;

$$n = \frac{\text{ғоваклар} \cdot \text{ҳажми}}{\text{грунт} \cdot \text{ҳажми}} < 1$$

$$n' = \frac{\omega_{\text{зов}}}{\omega} < 1$$

Бизга маълумки бир жинсли грунтларда $n \approx n'$, шундай экан

$$\frac{\mathcal{G}}{\mathcal{G}_0} = \frac{\omega_{\text{зов}}}{\omega} = n$$

ёки $\mathcal{G} = n \mathcal{G}_0$, кўпинча $n \approx (0,35 \div 0,45)$ шунинг учун фильтрация тезлиги $\mathcal{G}$ ҳар доим ҳақиқий тезликдан кичик.

Дарси формуласини яна қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$Q = K \cdot \omega \cdot I \quad (1.2)$$

Фильтрация коэффициентини ўлчами тезлик ўлчами билан бир хил бўлиб, у градиент $I \approx 1$ тенг бўлгандаги тезликдир.

(1.1) ёки (1.2) формула ламинар фильтрация ҳаракатига тегишли бўлиб, маълум бир қўлланиш чегарасига эга.

Бир жинсли грунтлар (қум, шағал) Дарси қонуни Рейнольдсн қуйидаги шартини бажаргандагина қўлланиши мумкин.

Яъни

$$R = \frac{\mathcal{G} \cdot d}{\nu} \leq A$$

$$A = 3 \div 10$$

бўлганда қўлланиши мумкин. Сув учун $\nu = 0,018 \text{ см}^2/\text{сек}$ деб қабул қилсак, у ҳолда

$$\mathcal{G}_d \leq 0,07 \div 0,075 \quad (1.3)$$

бунда $\mathcal{G}$ - фильтрация тезлиги м/сек.

d - грунт заррачаларини диаметри, см.

Агарда (1.3) шarti бажарилмаса, у ҳолда турбулент фильтрация ҳосил бўлади ва Дарси қонуни бузилади.

Турбулент фильтрациясида (1.1) формула ўрнига бошқа ифодадан фойдаланилади;

$$g = K \cdot I^{1/m} \quad \text{ёки} \quad I = \frac{1}{K^m} \cdot g^m \quad (1.4)$$

бунда m - тажриба натижаларига кўра белгиланади ва уни миқдори $1 \leq m \leq 2$ оралиғида бўлади

$$\text{ёки} \quad I = a g + b g^2 \quad (1.5)$$

бунда a ва b - эксперимент ёрдамида ўрнатиладиган доимий (берилган грунт ва сув температураси учун) коэффициент.

Кичик тезликларда (иккинчи қисмини $b g^2$ ҳисобга олмаса бўлади) у ҳолда (1.5) ифода Дарси формуласига айланади. Катта тезликларда (биринчи қисмини $a g$ ҳисобга олмаслик мумкин).

$$1 \text{ қ } b g^2$$

ва квадратик қаршилиқ областига жавоб беради.

1.4 Фильтрация коэффициентини аниқлаш усуллари.

Фильтрация коэффициентини аниқлашнинг учта усули мавжуд;

1. Лаборатория усули.
2. Ҳисобий (назарий) усул.
3. Дала усули.

1.4.1 Лаборатория усули.

Лабораторияда K_f аниқлаш учун алоҳида Дарси асбобидан фойдаланилади. (1.1-расм).

Унга кўра

Қўғғ

1.1-расм.

v - ўлчов идишда t вақтда йиғилган сув ҳажми
(1.2) ифодадан

$$K = \frac{Q}{\omega \cdot I}$$

$$\omega = \frac{\pi D^2}{4}; \quad I = \frac{h_e}{\ell}; \quad h_e = H_1 - H_2$$

тажрибада Q, h_e ва ℓ ни ўлчаб фильтрация коэффициентини аниқлаймиз.

1.4.2 Ҳисоблаш усули.

Адабиётларда ҳар хил авторлар томонидан тавсия қилинган эмпирик формулалар берилган. Улардан айримларини келтирамиз;

1. Кўп жинсли қумлар учун Хезен қуйидаги ифодани тавсия қилади;

$$K = A \cdot C \cdot \tau \cdot d_s^2 \quad (1.6)$$

бунда A - «К» ни ўлчамини ҳисобга олувчи коэффициент.

Агар K мҗсут да ўлчанса, у ҳолда $A_{\kappa 1}$. C - қумни гилли заррачалар томонидан ифлосланиш (тўлиб қолиши) даражасига боғлиқ коэффициент (ифлосланиш даражаси ошгани сари C камаяди).

$C_{\kappa 500-1000}$

τ - сувни ҳароратини ўзгаришини ҳисобга олиш. τ $0.70 \pm 0.03t$

d_{κ} -грунт заррачалари диаметри мм, $d_{10\%}$.

2. Боғланмаган грунтлар учун М.П.Павлич формуласи

$$K_{\phi} = \frac{4K_{\text{форм}}}{\nu} \sqrt[3]{\eta} \cdot \frac{n^3}{(1-n)^2} \cdot d_{17}^2 \cdot \frac{g}{10} \quad (1.7)$$

бунда $K_{\text{форм}}$ қ1 қумли ва шағалли грунтлар учун ва 0,35-0,4 шебенли грунтлар учун. ν -сувни кинематик ёпишқоқлиги ($0,15 \cdot 10^{-5}$ м²/с ҳарорат 15° С бўлганда); d_{17} - грунт таркибидаги 17% заррачалар (оғирлик бўйича) ўлчами шу диаметрдан кичик бўлган диаметр.

η -Кўп жинслилик коэффициентини; n -ғоваклик; g -эркин тушиш тезланиши м/с².

3. Боғланган грунтлар учун В.Н.Жиленков формуласи

$$K_{\phi} = 4 \cdot 10^{-11} \cdot \exp \frac{E}{0,17E_T - 0,048} \quad (1.8)$$

бу ерда: E -грунтни ғоваклик коэффициентини; E_T - грунтни намлиги оқиш чегарасида бўлгандаги ғоваклик коэффициентини.

$$E_T = 1,06 \frac{\gamma_{rd} < 1 \text{ мм}}{\gamma_0} W_T$$

бунда 1,06 - грунтда ҳаво бўлишини ҳисобга олиш $\gamma_{rd} < 1 \text{ мм}$ -диаметри $d < 1$ мм грунт заррачаларини солиштирма оғирлиги, чунки $d < 1$ мм заррачалар гилли грунт таркибида W_T ва W_p аниқлашда фойдаланилади.

(1.8) ифодадан фойдаланиш мумкин, агарда гилли грунтга $d < 1$ мм заррачалар миқдори 35-40% ташкил қилса. Акс ҳолда майда заррачалар $d > 1$ мм қайта заррачалар ҳосил қилган ғовакларни тўла тўлдириш учун етмаслиги мумкин. У ҳолда (1.8) аниқланган K_{ϕ} миқдори пасайиб кетади.

1.4.3 Дала усули.

Бу усул тўла равишда инженерлик геологияси курсида ўрганилади.

Назорат учун саволлар

1. Фильтрация ҳисобларининг мақсад ва вазифалар?
2. Фильтрацияни асосий қонуни?
3. Дарси қонунини қўлланиш чегарасини биласизми?
4. Фильтрация коэффициентини аниқлашни қандай усуллари биласиз?
5. Фильтрация коэффициентини тажрибахонада қандай аниқланади?

2. БОБ. ФИЛЬТРАЦИЯ НАЗАРИЯСИНИНГ ФИЗИК ВА МАТЕМАТИК АСОСЛАРИ.

2.1. Филътрацияни асосий тенгламалари.

Филътрацияни асосий тенгламалари гидравлика курсларида ўрганилишини ҳисобга олиб уни келтириб чиқаришни бу ерда келтирмаймиз.

Шундай қилиб оғир сиқилмайдиган суюқликни нотурғун филътрация ҳаракати асосий дифференциал тенгламаси қуйидаги кўринишга эга.(1).

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_x}{dt} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{1}{q} Fx &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_y}{dt} + \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{1}{q} Fy &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d\vartheta_z}{dt} + \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{1}{q} Fz &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

$$\frac{\partial \vartheta_x}{\partial x} + \frac{\partial \vartheta_y}{\partial y} + \frac{\partial \vartheta_z}{\partial z} = 0 \quad (2.2)$$

Бу тенгламаларда $\vartheta_x, \vartheta_y, \vartheta_z$ филътрация тезлигини координата ўқларидаги проекцияси

$$h = z + \frac{P}{\gamma} - \text{пъезометрик босим} \quad (2.3)$$

P -босим; γ - суюқликни солиштирма оғирлиги; t - вақт; F_x, F_y, F_z –суюқликнинг бирлик массасига тўғри келган қаршилик кучини координата ўқларидаги проекцияси; g -эркин тушиш тезланиши.

(2.1) тенглама филътрация оқимида ажратилган суюқликни бирлик массасига таъсир қилаётган ҳамма кучларнинг динамик мувозанатини ифода этади. Биринчи

ифода инерция кучларини, иккинчи – оғирлик кучларини, учинчиси фильтрация оқимида гидродинамик қаршилик кучларини ифода этади.

(2.2) тенглама эса фильтрация оқимини узлуксизлик тенгламаси дейилади.

Агар қаршилик кучлари қуйидагича ифодаланиши мумкинлигини ҳисобга олсак;

$$F = \frac{q}{K} g \quad (2.4)$$

у ҳолда (2.1) тенглама қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\begin{aligned} \frac{1}{q} \frac{d g_x}{dt} + \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{g_x}{K} &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d g_y}{dt} + \frac{\partial h}{\partial y} + \frac{g_y}{K} &= 0 \\ \frac{1}{q} \frac{d g_z}{dt} + \frac{\partial h}{\partial z} + \frac{g_z}{K} &= 0 \end{aligned} \quad (2.5)$$

Турғун фильтрацияда

$$g_x = -K \frac{\partial h}{\partial x}; \quad g_y = -K \frac{\partial h}{\partial y}; \quad g_z = -K \frac{\partial h}{\partial z}; \quad (2.6)$$

Бу тенгламалар 1988 йили Н.Е.Жуковский томонидан келтирилган.

Узлуксизлик тенгламаси (2.2) ва (2.6) тенгламадан шу келиб чиқадики, босим h (2.3) Лаплас тенгламасини қаноатлантиради;

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = 0 \quad (2.7)$$

ва фильтрация областидаги гармоник функция ҳисобланади. (2.6) тенгламадан фильтрация тезлиги потенциалга эга ва фильтрация тезлиги потенциали деб аталади;

$$\varphi = -Kh \quad (2.8)$$

фильтрация тезлигини проекцияси

$$g_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad g_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad g_z = \frac{\partial \varphi}{\partial z}; \quad (2.9)$$

(2.7) ва (2.9) тенгламалардан қуйидаги келиб чиқади;

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0 \quad (2.10)$$

Фильтрация умумий масалаларига нотурғун фильтрация ҳолатида (2.5) ва (2.2) тенгламаларини биргаликда интеграллаш, турғун фильтрация ҳолатида эса (2.7) ёки (2.9) тенгламаларини интеграллаш киради. Интеграллаш натижасида нотурғун фильтрацияда қуйидаги функция топилади;

$$h=f(x, y, z, t)$$

турғун фильтрацияда эса $h=f(x, y, z)$ функцияси.

Бу функцияларга доимий қийматни бериб ва ҳисоблаб сирт (юза) тенгласини ҳосил қиламиз;

$$f(x, y, z) = \text{const} \quad (2.11)$$

бу тенг босимлар юзаси ёки эквипотенциал юзаси ҳисобланади.

2.2. Текисликдаги турғун фильтрация.

Кўпгина ҳолларда фильтрация оқимини ҳамма характеристикалари (фильтрация тезлиги, босими ва ҳ.) иккита координатани функцияси ҳисобланади. Бундай фильтрация *текисликдаги фильтрация* дейилади.

Бундай фильтрацияда (2,6) қуйидаги кўринишни олади.

$$g_x = -K \frac{\partial h}{\partial x}; \quad g_y = -K \frac{\partial h}{\partial y}; \quad (2.12)$$

узлуксизлик тенгласи қуйидагича

$$\frac{\partial g_x}{\partial x} + \frac{\partial g_y}{\partial y} = 0$$

унда g_x ва g_y (2.12) бўйича ифодалаб

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad (2.13)$$

тезлик потенциали тушунчасидан фойдаланиб (2.8) тенгламада

$$g_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad g_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}; \quad (2.14)$$

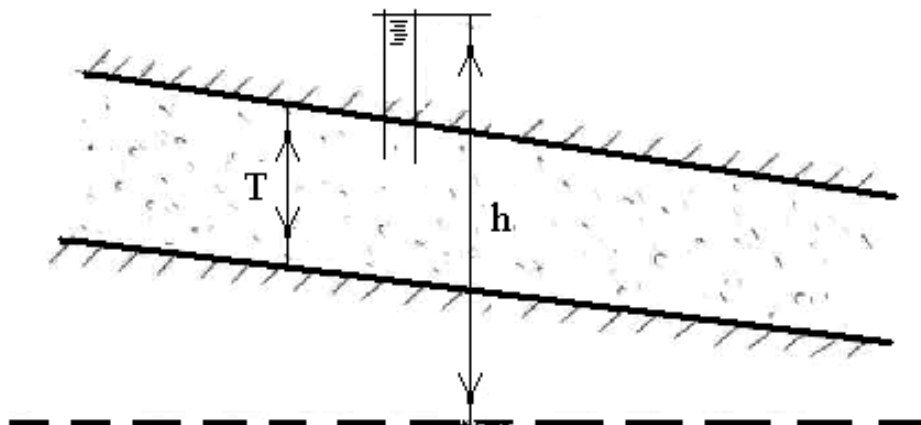
ҳамда

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (2.15)$$

(2.13) тенгламани интеграллаш натижасида $h=f(x,y)$ функциясига эга бўламиз. Бу функцияни $f(x, y)=\text{const}$ деб тенг босимлар чизиғини тенгламасини ҳосил қиламиз.

2.3. Пандаги фильтрация.

Бундай фильтрация қуйидаги ҳолда, яъни фильтрация оқимини вертикал ўлчамлари уни горизонтал ўлчамларига нисбатан кичик бўлганда юз беради. (2.1-расм).



2.1-расм. Пандаги фильтрация.

Турғун планли фильтрация тенгламаси

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0 \quad (2.16)$$

Босимли фильтрация учун

$$\varphi = \int_0^T K(z - h) dz \quad (2.17)$$

Босимсиз фильтрация учун

$$\varphi = \int_0^h K(z-h)dz \quad (2.18)$$

φ ни қийматига кўра босимни ёки чуқурлиги h ни қийматини (2.17) ва (2.18) фойдаланиб топиш мумкин.

2.4 Аста ўзгарадиган турғун босимсиз фильтрация ҳаракати.

2.4.1 Грунт сувларининг биртекис ҳаракати.

Қуйидаги 2.2-расмдаги текис ҳаракатни кўриб чиқайлик. Бундай ҳаракатда грунт сувлари ҳолатида босим тезлигини ҳисобга олинмайди, шунинг учун босим чизиғи Е-Е ва пезометрик чизиқ Р-Р, эркин юза n билан мос келиши керак. Оқимни эркин юзаси бир текис ҳаракатда оқим туби D-D га параллел бўлади шунинг учун

$$J_{\text{к}} J_{\text{е}} k_i \quad (2.19)$$

у ҳолда Дарси формуласини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$U_{\text{к}} K \cdot i \quad (2.20)$$

$$\text{ёки } Q_{\text{к}} \omega \cdot K \cdot i \quad (2.21)$$

текисликдаги масала учун солиштирма сарф

$$q = Q/b = h_0 \cdot K \cdot i \quad (2.21)'$$

унда текис ҳаракатда оқим чуқурлиги

$$h_0 = \frac{q}{K_i} \quad \text{бўлади. (2.22)}$$

(2.22) тенглама текисликдаги босимсиз текис ҳаракат тенгла-маси дейилади.

2.4.2. Грунт сувларининг аста-секин ўзгарадиган босимсиз ҳаракати асосий тенграмаси (Дюпюи формуласи).

Қуйидаги 2.3-расмда бундай ҳаракат келтирилган унга кўра иккита бир-бирига яқин масофада жойлашган кесим белгилаймиз (1-1, 2-2) улар орасидаги масофа d_s бир хил деб ва босимларни H_1 ва H_2 деб

$$-dH_{\text{к}} H_1 - H_2$$

Айтилганлардан маълумки гидравлик нишаблик қиймати берилган кесим юзасини ҳамма нуқталарида бир хил ва эркин юза нишаблигига тенг

$$J = -\frac{dH}{ds} = \text{const} \quad (\text{кесим юзаси учун}) \quad (2.23)$$

бу ерда (-) ишораси dH манфий (босим H , S йўналиши бўйича камаяди).

Шундай қилиб аста-секин ўзгарадиган ҳаракатда фильтрация тезлиги u берилган кесимни ҳамма нуқталарида ўртача тезлик $\mathcal{J}$ га тенг

$$u = \mathcal{J} = -K \frac{dH}{dS} \quad (2.24)$$

Бу ифода *Дюпюи формуласи* дейилади. У қуйидагича берилган вертикал кесим юзасида ўртача тезлик $\mathcal{J}$ шу кесимдаги эркин юза нишаблигини фильтрация коэффициентига купайтирилганига тенг.

Дарси формуласини Дюпюи формуласи билан адаштириб қўйиш керак эмас.

Дарси формуласи бизга фильтрация областини истаган нуқтасида фильтрация тезлигини (аста-секин ҳаракатми, бирданигами) аниқлайди. Формула Дюпюи эса бизга текис вертикал кесим юзасида аста-секин босимсиз ҳаракат бўлгандаги ўртача тезлик миқдорини аниқлаб беради.

2.2-2.3 расм.

2.4.3. Нотекис аста-секин узгарадиган грунт сувларини дифференциал тенгламаси.

Бундай ҳаракатда $i > 0$ (2.4-расм) бўлганда эркин юза нишаблигини иккита ифода билан келтириш мумкин, очиқ узанлардаги нотекис ҳаракат формуласидан ва (2.23) дан

$$J = i - \frac{dh}{ds}; \quad J = -\frac{dH}{ds}$$

бунда: i - ўзан туби нишаблиги шуларни ҳисобга олиб Дюпюи формуласини қуйидагича ёзиш мумкин.

$$J = K\left(i - \frac{dh}{ds}\right) \quad (2.25)$$

бунда: h - кўрилатган кесимдаги сув чуқурлиги;
 J - шу кесимдаги ўртача тезлик.

Ўртача тезликни билган ҳолда Q ни аниқлаш формуласини ифодаalayмиз.

$$Q = \omega \cdot J = \omega \cdot K\left(i - \frac{dh}{ds}\right) \quad (2.26)$$

Ушбу тенглама биз излаётган дифференциал тенгламадир.
Солиштира сув сарфи

$$q = h \cdot K\left(i - \frac{dh}{ds}\right) \quad (2.27)$$

$i < 0$ бўлганда (2.4- расм)

$$q = -Kh \frac{dh}{ds} \quad (2.28)$$

2.4.3. Аста-секин ўзгарадиган грунт сувлари ҳаракати дифференциал тенгламасини интеграллаш.

1. $i > 0$ солиштира сарф нормал чуқурлик h_0 орқали (2.20)' формулага кўра ифодаланши мумкин

$$q = Kh_0 \cdot i \quad (2.29)$$

q ни (2.27) қўйиб қуйидагига эга бўламиз

$$Kh_0 i = Kh \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.30)$$

Ушбу (2.30) ифодан кўриниб турибдики бунда фильтрация коэффиценти қисқариб кетади ва қуйидаги ифода ҳосил бўлади.

$$h_0 i = h \left(i - \frac{dh}{ds} \right) \quad (2.31)$$

$$\text{ёки} \quad 1 = \frac{h}{h_0} - \frac{1}{i} \cdot \frac{h}{h_0} \cdot \frac{dh}{ds} = \frac{h}{h_0} - \frac{1}{i} h_0 \frac{h}{h_0} \frac{d\left(\frac{h}{h_0}\right)}{dS} \quad (2.32)$$

маълум белгилашларни киритиб

$$\frac{h}{h_0} = \eta \quad (2.33)$$

(2.32) ўрнига қуйидагига эга бўламиз

$$1 = \eta - \frac{1}{i} \cdot h_0 \eta \frac{d\eta}{dS} \quad (2.34)$$

$$\text{ёки} \quad \frac{ids'}{h_0} = - \frac{\eta}{\eta - 1} d\eta \quad (2.35)$$

Ушбу тенгламани оқимни 1-1 кесимидан 2-2 кесимигача интеграллаб (2.4-расм)

$$\frac{i\ell}{h_0} = \int_{\eta_1}^{\eta_2} \frac{\eta}{\eta - 1} d\eta \quad (2.36)$$

$$\text{ёки} \quad \frac{i\ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + \ln \frac{\eta_2 - 1}{\eta_1 - 1} \quad (2.37)$$

$$\text{бунда} \quad \eta_1 = \frac{h_1}{h_0}; \quad \eta_2 = \frac{h_2}{h_0}; \quad \ell = S_2 - S_1$$

ℓ — 1-1 ва 2-2 кесимлар орасидаги масофа h_1 ва h_2 -мос равишда 1-1 ва 2-2 кесимлардаги чуқурлик.

Натурал логорифдан ўнли логарифга ўтиб қуйидагини ҳосил қиламиз

$$\frac{i\ell}{h_0} = \eta_2 - \eta_1 + 2,3 \lg \frac{\eta_2 - 1}{\eta_1 - 1} \quad (2.38)$$

Ушбу ифода депрессия эгри чизигини белгилайди. Ундан фойдаланиб очик ўзанлардаги каби масалаларни ечиш мумкин.

Ўқ0 (2.28) ифодани қуйидаги кўринишга келтирамиз

$$\frac{q}{h} dS = -h dh \quad (2.39)$$

Ушбу тенгламани 1-1 кесимдан 2-2 орлиғида интеграллаб қуйидаги формулага бўламиз

$$2. \quad \text{ўқ0} \quad \frac{q}{K} = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2\ell} \quad (2.40)$$

(2.40) тенглама Дюкюи тенгламаси дейилади. Бу ёрдамида депрессия эгри чизиги ҳолатини ва фильтрация сарфини осонгина топиш мумкин.

Бу ифодадан депрессия эгри чизиги ҳолатини қуйидагича аниқлаймиз.

$$h = \sqrt{h_2^2 + (h_1^2 - h_2^2) \frac{x}{L}} \quad (2.41)$$

(2.41) кўриниб турибдики, бунда фильтрация коэффиценти иштирок этмаяпти.

Бундан ташқари қуйидаги муҳим аҳамиятга эга бўлган ҳулосани келтириб чиқариш мумкин.

Бир жинсли тўғонларда депрессия эгри чизиги K ни миқдорига боғлиқ эмас, яъни грунтни ўтказувчанлик даражасига. Берилган h_1 ва h_2 қийматларида депрессия эгри чизиги ҳолати (M-N) қум ва гил учун бир хил бўлади. (2.5-расм). (2.30) га кўра фильтрация коэффицентиға фильтрация сарфи боғлиқ. Уни миқдори фильтрация миқдорига тўғри пропорционал.

Назорат учун саволлар

1. Нотурғун фильтрация ҳаракати асосий дифференциал тенгламаси?
2. Текисликдаги турғун фильтрация деганда нимани тушунаси?
3. Пландаги фильтрация деб нимага айтилади?
4. Текисликдаги босимсиз текис ҳаракат тенгламаси қандай ифодаланади?
5. Дюпюи формуласини тушунтириб беринг?
6. Нотекис аста-секин ўзгарадиган грунт сувларини дифференциал тенгламасини тушунтириб беринг?
7. Аста-секин ўзгарадиган грунт сувлари ҳаракати дифференциал тенгламаси қандай интегралланади?
8. Депрессия эгри чизигини ҳолати фильтрация коэффициентига боғлиқми?

3 БОБ. ГИДРОТЕХНИКА ИНШООТЛАРИ ЗАМИНИДА БОСИМЛИ ФИЛЬТРАЦИЯНИ ҲИСОБЛАШ УСУЛЛАРИ.

3.1. Гидротехника иншоотлари ер ости контури элементлари.

Гидротехника иншоотлари олдида ҳосил бўлган босим натижасида уни заминида фильтрация оқими ҳаракати юз беради. Бундай фильтрация босимли ҳисобланади, чунки уни юқори чегарасидаги босим атмосфера босимига тенг эмас.

Иншоотни ер ости контури деб флютбет ер ости контурини замин грунт билан туташган қисмига айтилади (3.1-расм). Флютбет понур, тўғон танаси, сув урилма ва рисбермадан иборат бўлади. Ер ости контури узунлигини ошириш учун тўғон тубида вертикал фильтрацияга қарши қурилмалар - шпунт, парда, диафрагма ва тиш қурилади. Шпунт қаторларида сув тўсиқ қатламини жойлашиш чуқурлигига кўра, осилиб турувчи ёки сув тўсиқ қатламигача етиб борган бўлиши мумкин. Шпунт ёғочдан, темир-бетондан ёки металдан бўлиши мумкин.

Фильтрация оқимини иншоот тубида уни юқори бўефдан пастки бўефига ҳаракати натижасида юз берувчи босим фильтрация тескари босими ва муаллақ тутиб турувчи босимга бўлинади.

Фильтрация ҳисоблари натижасида иншоот ер ости контури горизонтал қисмларига таъсир қилаётган фильтрация босими, фильтрация сарфи, градиенти ва тезлиги аниқланади. Ҳамма бу параметрлар гидротехника иншооти ва уни заминини турғунлигини текшириш, ҳамда фильтрация оқимини йўқотилиши миқдорини аниқлаш учун керак.

Бундай фильтрацияни ечишни аниқ гидромеханик ва тақрибий усуллари мавжуд.

3.2. Гидротехника иншоотлари заминдаги босимли фильтрацияни ҳисоблашни гидромеханик усули.

Босимли фильтрацияни ҳисоблашнинг аниқ усулига Н.Н.Павловский асос солди. қуйида шундай усулда ҳисобланган айрим ер ости контурини содда схемалари келтирилган.

1. Чексиз қалинликдаги сув ўтказувчи заминларда сув ўтказмайдиган шпунтли ер ости контури (3.2-а расм. Павловский бўйича).

Шпунт пастки чегарасидаги босим

$$h = H \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{y}{S} \quad (3.1)$$

Шпунт юқори (олд) қисмидаги босим

$$h = H \left(1 - \frac{1}{\pi} \arcsin \frac{y}{S} \right) \quad 0 < y < S \quad (3.2)$$

Юқори бўеф тубидан сизиб ўтаётган фильтрация сув сарфи

$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{1}{\pi} \operatorname{arch} \left(-\frac{x}{S} \right) \quad -\infty \leq x \leq 0 \quad (3.3)$$

пастки бўефга фильтрация чиқиш тезлиги

$$g_y = K_{\phi} \cdot H \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{S^2 + x^2}} \quad 0 \leq x \leq \infty \quad (3.4)$$

2. Чекланган қалинликдаги сув ўтказувчи заминларда битта сув ўтказмайдиган шпунтли ер ости контури (Павловский бўйича, 3.2-б расм).

Шпунт қирғоқларидаги босим

$$h = \frac{H}{2} \left\{ 1 \pm \frac{1}{K} F \left[\arcsin x \frac{\sqrt{\cos^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{y}{T} \right) - \cos^2 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T} \right)}}{\sin \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T} \right) \cdot \cos \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{y}{T} \right)} \lambda \right] \right\} \quad (3.5)$$

$$0 \leq y \leq s \quad \text{бунда} \quad \lambda = \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{s}{T}\right)$$

бу ерда плюс ишораси шпунтни юқори қисмига минус ишораси эса шпунтни пастки қисмидаги босимга тегишли.

Тўғон заминидаги фильтрация сарфини тўла миқдори

$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{K'}{2K} \quad (3.6)$$

К ва К'-биринчи турдаги тўла эллиптик интеграл мос равишда модул λ ва $\lambda' = \sqrt{1 - x^2}$ бўлганда пастки бўёфга чиқаётган фильтрацияни тезлиги

$$g_y = K_{\phi} \cdot \frac{H}{T} P \quad (3.7)$$

бу ерда Р миқдори SfT ва ХfT боғлиқ бўлган 3.1 жадвалдан олинадиган функция

3.1 жадвал

SfT	Р нинг хfT га боғлиқ бўлгандаги миқдори							
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	2	3
0.1	3.200	1.390	0.724	0.455	0.308	0.216	0.043	0.008
0.2	1.600	1.047	0.662	0.431	0.298	0.210	0.042	0.008
0.3	1.075	0.860	0.586	0.403	0.283	0.203	0.040	0.008
0.4	0.810	0.687	0.511	0.377	0.263	0.192	0.039	0.008
0.5	0.640	0.554	0.432	0.334	0.237	0.180	0.037	0.008
0.6	0.488	0.450	0.330	0.250	0.210	0.165	0.035	0.008
0.7	0.394	0.355	0.280	0.230	0.188	0.144	0.031	0.008
0.8	0.316	0.290	0.245	0.200	0.164	0.125	0.027	0.008
0.9	0.243	0.240	0.228	0.190	0.144	0.100	0.020	0.008

3. Чексиз қалинликдаги сув ўтказувчи заминлардаги шпунтсиз текис флютбет

(3.3-а расм). Флютбет тубидаги босим ва тезлик
$$h = H \frac{1}{\pi} \arccos \frac{x}{\ell};$$
 (3.8)

$$\mathcal{G}_x = K_{\phi} H \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{\ell^2 - x^2}}; \quad -\ell \leq x \leq +\ell$$

3,1

3,2-3,3

Юқори бьеф тубидаги фильтрация сарфи

$$Q = K_{\phi} H \frac{1}{\pi} \operatorname{arch}\left(-\frac{x}{\ell}\right); \quad -\infty \leq x \leq -\ell \quad (3.9)$$

пастки бьеф тубидаги фильтрация оқимини чиқиш тезлиги

$$g_y = K_{\phi} H \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{x^2 - \ell^2}}; \quad \ell \leq x \leq \infty \quad (3.10)$$

4. Чекланган қалинликдаги сув ўтказувчи заминларда шпунтсиз текис флютбет (3.3-б расм)

Флютбет тубидаги босим

$$h = \frac{H}{2} \left\{ 1 - \frac{1}{K} F \left[\arcsin \frac{\operatorname{th}\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X}{T}\right)}{\operatorname{th}\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)} \cdot \lambda \right] \right\} \quad -\ell \leq x \leq +\ell \quad (3.11)$$

бунда

$$\lambda = \operatorname{th}\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)$$

флютбет тубидаги фильтрация сарфини тўла миқдори

$$Q = K_{\phi} \cdot H \frac{K'}{2K} \quad (3.12)$$

Пастки бьефдаги фильтрация оқимини чиқиш тезлиги

$$g_y = K_{\phi} \cdot H X \frac{\pi \operatorname{ch}\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\ell}{T}\right)}{4KT \sqrt{\operatorname{sh}\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X+\ell}{T}\right) \cdot \operatorname{sh}\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{X-\ell}{T}\right)}} \quad \ell \leq x \leq \infty \quad (3.13)$$

3.3. Фильтрация ҳисобларинг тақрибий усуллари.

Босимли фильтрацияни ҳисоблашнинг қуйидаги тақрибий усуллари мавжуд. Улардан айримларини келтирамиз.

3.3.1. Қаршилиқ коэффициентини усули.

Бу усул Р.Р.Чугаев томонидан таклиф қилинган бўлиб унга кўра икки, уч ва ундан ортиқ шпунтларга эга бўлган флютбетларнинг остки контурига оқимнинг таъсир қилиш кучи аниқланади. Бунда флютбетнинг ост контури, олдиндан 3.4 расмда кўрсатилгандек, айрим вертикал ва горизонтал участкаларга бўлинади. Бу участкалар (элементлар)ни уч типга бўлиш мумкин.

1. Кириш ёки чиқиш элементлари. Умуман, 1-п-2 кириш ва 5-п₁-6 чиқиш шпунтлардан, шпунт бўлмаган вақтларда эса 1-пқа

ва $n_1 - 6 = a_2$ чиқиқдан иборат бўлади.

2) Ички элемент. Умуман 3-б-4 вертикал шпунтдан ва шпунт бўлмаган ҳолларда $(s_1 \neq 0)$ 3-4 = a_1 вертикал чиқиқдан иборат бўлади.

3) Флютбет ост контурининг горизонтал элементи 2-3 = ℓ_1 4-5 = ℓ_2 участкадан иборат.

Босим флютбетнинг ост контури бўйлаб, тўғри чизик қонунига асосан сўниб боради деб ҳисоблаш мумкин. Ҳар қайси элементда босимнинг йўқолиши қуйидаги формула биланифодаланади.

$$h_i = \xi_i \cdot \frac{q}{K} \quad (3.14)$$

бунда:

q- фильтрация сарфи;

K- фильтрация коэффициенти;

ξ_i - элементнинг қаршилиқ коэффициенти.

Иншоотга таъсир қиладиган умумий босим ер ости контурдаги барча элементларда йўқолган босимларнинг йиғиндисига тенг.

$$H = \frac{q}{K} \sum \xi_i \quad (3.15)$$

бунда

$\sum \xi_i$ - қаршилик коэффициентининг йиғиндиси юқоридаги ифодадан

$$\frac{q}{K} = \frac{H}{\sum \xi_i}$$

бўлади. Ҳар қайси элементда йўқоладиган босим қуйидагича аниқланади.

$$h_i = \xi_i \frac{q}{K} = \xi_i \frac{H}{\sum \xi_i} \quad (3.16)$$

қаршилик коэффициентларининг йиғиндиси

$$\sum \xi_i = \xi_K + \xi'_2 + \xi_{ш} + \xi''_2 + \xi_r \quad (3.17)$$

бунда

ξ_K ва ξ_2 - ер ости контурининг кириш ва чиқиш элементларининг қаршилик коэффициентлари.

$\xi_{ш}$ - ички чиқиқнинг қаршилик коэффициенти агарда шпунт бўлмаса ($s_1 < 0$), қаршилик коэффициенти ξ_0 алмаштирилади.

ξ'_2, ξ''_2 - иншоот флютбетининг ер ости контури горизонтал участкаларнинг қаршилик коэффициентлари.

Иншоот флютбети кириш ва чиқиш қисмларининг шакл ҳамда ўлчамлари бир хил бўлса ξ_K қ ξ_2 бўлади.

Қаршилик коэффициентларининг қийматлари гидромеханика асосида ҳал қилинган тайёр аналитик ифодаalar ёрдами билан топилади.

1. Ички элемент ички шпунти (3-б-4)нинг қаршилик коэффициенти ($\xi_{ш}$) ва ички чиқиқнинг қаршилик коэффициенти қуйидагича топилади.

$$0 \leq \frac{T_2}{T_1} \leq 1.0 \quad \text{ва} \quad 0 \leq \frac{s_1}{T_2} \leq 0.8$$

$$\text{бўлганда} \quad \xi_{uu} = \frac{a_1}{T_2} + 1.5 \frac{s_1}{T_2} + \frac{0.5 \frac{s_1}{T_2}}{1 - 0.75 \frac{s_1}{T_2}} \quad (3.18)$$

ифодаси билан аниқланади.

Бунда a_1 - контур ички чиқиқнинг катталиги;
 T_1 ва T_2 - флютбет контурининг горизонтал участкаларига нисбатан
сувтўсар қатламнинг жойлашиши чуқурлиги;
 s_1 - ички шпунтнинг узунлиги.
Агар шпунт йўқ ($s_1 = 0$) бўлиб, чиқиқ битта бўлса;

$$\xi_0 = \frac{a_1}{T_1} \quad (3.19)$$

Агар шпунт бор бўлиб чиқиқ йўқ ($a_1 = 0$) ва $T_1 \neq T_2 \neq T$ бўлса;

$$\xi'_{uu} = 1.5 \frac{s_1}{T} + \frac{0.5 \frac{s_1}{T}}{1 - 0.75 \frac{s_1}{T}} \quad (3.20)$$

бўлади.

2. Кириш ва чиқиш элементлари.

Агар шпунт қоқилган бўлса, элементлар қаршилиқ коэффициенти;

$$\xi_K \text{ қ } \xi_q = \xi_{uu} + 0,44 \quad (3.21)$$

Биттагина остона бўлиб шпунт қоқилган ($s_1 = 0$) бўлса;

$$\xi_K \text{ қ } \xi_q = \xi_0 + 0,44 \quad (3.22)$$

3. Горизонтал элементлар s_1 ва s_2 шпунтлар оралиғидаги масофа ℓ
бўлганда; $\ell > 0.5(s_1 + s_2)$ бўлиб, сувтўсар қатламнинг жойлашиш чуқурлиги T
бўлса;

$$\xi_z = \frac{\ell - 0,5(s_1 + s_2)}{T} \quad (3.23)$$

$\ell \leq 0,5(s_1 + s_2)$ бўлса, $\xi_2 = 0$ бўлади. Сувтўсар қатлам жуда чуқурда жойлашган бўлса, ҳақиқий чуқурлик T ўрнига ҳисобий чуқурлик T_x қабул қилинади. Уни қиймати қуйидаги 3.2 жадвалдан олинади.

3.2 жадвал

ℓ_0 / S_0	≥ 5	5-3.4	3.4-1	≤ 1.0
T_x	$0.5\ell_0$	$2.5S_0$	$0.8S_0 + 0.5\ell_0$	$S_0 + 0.3\ell_0$

Агарда ҳақиқий чуқурлик $T < T_x$ бўлса, қаршилиқ коэффициентларни ҳисоблаш учун T , $T > T_x$ бўлганида эса, T_x қабул қилиниши керак.

Ҳар қайси участкадаги босимнинг йўқолиши (3.16) билан топилади ва флютбетга оқимнинг таъсир этиш эпюраси чизилади. (3.4-расм).

3.3.2 Академик Н.Н.Павловскийнинг фрагментлар усули.

Босимли фильтрация масалаларини ечишда Павловский тавсия қилган фрагментлар усулини ер ости контурининг ҳар қандай схемаси учун сув ўтказувчи қатлам чуқурлиги чекланган бўлганда, яъни уни чуқурлиги энг кичкина шпунтни чуқурлигидан 5-10 марта ортиқ бўлмаган ҳолат учун қўллаш мумкин.

Бу усул билан ҳисоблашда фильтрация содир бўладиган ер вертикал чизиқлар ердамида бир қанча қисмларга фрагментларга (3.5-расм) бўлинади. Бу фрагментлар учун тайёр аналитик ечиш усулларидадан фойдаланилади.

Фрагментларга бўлувчи чегара чизиқларнинг барча нуқталарида фильтрация сувининг босими бир хил деб фараз қилинади. Келтирилган фильтрация сарфи Q_r тушунчасини киритиб, уни миқдори $K_{\kappa 1}$ ва $H_{\kappa 1}$ бўлганда солиштирма сув сарфига тенг.

3,4-3,5

$$Q \cdot K \cdot H \cdot Q_r \quad (3.24)$$

Бунда: Q - солиштирма су сарфи, яъни фильтрация оқимини бирлик кенглигига тўғри келадиган сарф;
 K - заминдаги бир жинсли грунтни фильтрация коэф-
 фициенти;
 H - амалдаги босим;
 Q_r - келтирилган фильтрация сарфи.

Павловский келтирилган сарфга тескари қиймат миқдорини, шаклни йиғиндисини модули деб атаб, " a " уни алоҳида қиймати $\frac{1}{Q_r} = \phi$ ни ҳар бир фрагменти

учун - фрагмент шаклининг модули, бунда шуни эътиборга олиш керакки узлуксизлик шартига кўра ҳар бир фрагмент орқали бир хил сарф ўтади, лекин уларнинг кўпайтмаси $KH_n(Q_r)_n$ ҳар бир фрагмент учун ҳар хил кўпайтувчилардан ташкил топган.

Ҳар бир фрагментда H_n қидиралаётган миқдор Q_r эса фақат фрагмент геометрик шаклига боғлиқ эканлигини ҳисобга олиб, гидромеханика ва тақрибий усуллар ёрдамида баъзи бир типовой фрагментлар учун ҳам шакл модулини аниқлаш имкониятига эга бўлинди.

Ҳақиқатда ҳамма фильтрация области учун $Q \cdot K \cdot H \cdot Q_r$, ҳар бир фрагмент учун ҳам қуйидаги тенглик тўғри келади.

$$Q \cdot K \cdot H_1(Q_r)_1 \cdot K \cdot H_2(Q_r)_2 \cdot \dots \cdot K \cdot H_n(Q_r)_n \quad (3.25)$$

Бундан $H_n(Q_r)_n$ ҳар қандай кўпайтмаси учун битта фрагментга тегишли тенглик келиб чиқади.

$$\frac{Q}{K} \kappa H_1(Q_r)_1 \kappa H_2(Q_r)_2 \kappa \dots \kappa H_n(Q_r)_n \quad (3.26)$$

Келтирилган сарфга тескари миқдорни мос индексли ҳарфлар билан белгилаб $1\kappa(Q_r)_n\kappa\Phi_n$ ва уларни йиғиндисини барча фрагмент шакллари модулларининг йиғиндисини деб атаб, ҳар бир фрагментда йўқотилган босим миқдорини қуйидаги ифодадан аниқлаш мумкин

$$H_1 = \frac{\Phi_1}{\sum \Phi} H, H_2 = \frac{\Phi_2}{\sum \Phi} H, \dots, H_n = \frac{\Phi_n}{\sum \Phi} H \quad (3.27)$$

Махсус формулалар ёрдамида ҳар бир фрагмент шаклини модули ва уни йиғиндисини ҳисоблаб, фрагментда йўқотилган босим миқдорини аниқлаш ва уни эпюрасини қуриш мумкин.

3.4. Гидродинамика усули.

Гидродинамика усулига Павловский асос солган. Бизга маълумки фильтрация сувини ҳаракатининг дифференциал тенгламаси Лаплас тенгламаси ҳисобланади.

Фильтрация сувларини ҳисоблаш учун, яъни унинг тезлигини, турли нуқтадаги босими ва сарфини ҳисоблаш учун юқорида келтирилган Лаплас тенгламасини маълум чегара шароитлари учун ечиш зарур. Лаплас тенгламасини бевосита ечиш анча мураккаб шунинг учун уни ечишда Павловский кўрсатиб [4, 7] берган график усули ва ЭГДА усулидан фойдаланамиз.

График усул. Фильтрация сувлари ҳаракатини кўрсатувчи шакл *гидродинамика тўри* дейилади. Бундай турни график қуриш мумкин. Бу шаклдаги эгри чизиқларнинг бир қисми элементар жилғаларнинг ҳаракати йўналишини ва иккинчи қисми эса босимлари бир хил бўлган нуқталарни кўрастиб беради. Гидродинамика тўрини чизишдан аввал бошланғич маълумотларни билиб олиш зарур. Мисол тариқасида график усулда чизилган бир шпунтли флютбетни кўрсатиш мумкин (3.5-б расм). Бунда аввалдан иккита сарф лентаси C_0 ва C_3 ҳамда иккита босим камари C_1 ва C_2 маълум.

Бошланғич маълумотлар аниқланиб олингандан сўнг тўрни чиза бошланади.

Биринчи галда элементар жилғалар сони белгилаб олинади, сўнгра бир хил босимларни кўрсатувчи чизиқлар чизилади.

Элементар жилғалар орасидаги оралиқ сарф лентаси ва бир-бирига тенг босимлар ўртасидаги оралиқ эса *босим камари* деб аталади.

Сарф ленталарининг сони -Л босим камарларининг сони эса П билан белгиланади.

Ҳар қайси лентадан ўтадиган фильтрация сувларининг сарфи бир-бири тенг ва ҳар қайси камардаги босим исрофгарчилиги бир хил бўлиши учун ҳаракат тўри қуйидагича қурилиши керак.

а) фильтраци оқим траекторияси билан бир хил босимли чизиқлар ўзаро тик бўлиб кесишишлари керак;

б) тўр ўхшаш тўғри бурчакли туртбурчаклардан (яхшироғи квадратлардан) иборат бўлиши шарт;

в) квадратлар ўзаро узлуксиз боғланган бўлишлари шарт.

Гидродинамика тўридан фильтрация оқимини ҳамма қийматларини (босим, тезлик, сарф ва ҳ.) қуйидагича аниқлаш мумкин.

Фильтрация сувларининг тезлигини топиш учун аввало битта камарда исроф бўлган босим ΔH топилади

$$\Delta H = \frac{H}{\Pi} \quad (3.28)$$

3,56

Ҳар қайси камардаги пьезометрик нишаблик қуйидагича

$$i = \frac{\Delta H}{\Delta L} = \frac{H}{\Pi \cdot \Delta L} \quad (3.29)$$

бунда: H - таъсир қилувчи босим;
 ΔL - битта катакнинг эни;

Дарси формуласига кўра фильтрация сувининг фильтрация сувининг исталган ердаги тезлиги қуйидаги ифода билан аниқланади

$$g_{\phi} = K \cdot i = K \frac{H}{\Pi \cdot \Delta L} \quad (3.30)$$

Бир погон метр кенгликдаги битта лентадан ўтадиган сувнинг сарфи

$$\Delta q = g_{\phi} \cdot \Delta \omega = K \frac{\Delta s \cdot H}{\Pi \cdot \Delta L} = K \frac{H}{\Pi} \quad (3.31)$$

Бунда катаклар квадрат бўлганда ΔS қ ΔL тенг ва улар қисқариб кетади.
 Бирлик кенгликдаги фильтрация оқимининг умумий сарфи

$$q = \Delta q \cdot L = K \cdot H \frac{L}{\Pi} \quad (3.32)$$

Кенглиги B бўлган иншоот остидан ўтадиган оқимнинг умумий сарфи

$$Q = K \cdot H \frac{L}{\Pi} B \quad (3.33)$$

Исталган квадратдаги ўртача тезлик

$$g_{cp} = \frac{\Delta q}{\Delta S} \quad (3.34)$$

3.5 ЭГДА усули.

Ҳозирги пайтда турғун фильтрацияни текширишни энг умумий, содда ва қулай усули ЭГДА усули ҳисобланади. У ғовак жисмда фильтрацияни ламинар ҳаракати билан ўтказувчан муҳитда электр токини ҳаркати ўртасидаги ўхшашаликка асосланган. Бу усул билан текисликдаги, пландаги ва фазодаги ҳар хил геологик тузилишдаги жинсларда фильтрация сувлари ҳаракатига оид масаларни ечиш мумкин.

Бу усул фильтрация элементлари билан электр токи ўртасидаги қуйидаги ўхшашликка асосланади.

Фильтрация оқими	Электр токи
Пьезометрик босим H, м Фильтрация коэффициенти K, м/с Фильтрация тезлиги ϑ, м/с Дарси қонуни $\vartheta = -K \frac{\partial H}{\partial \ell}$ бунда ℓ - фильтрация йўли узунлиги, м Босим учун Лаплас тенгламаси $\frac{\partial^2 H}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} = 0$ Босим функциялари $H = f(x, y, z)$ Фильтрация сарфи $Q \text{ м}^3/\text{с}$ Чегара шarti Сув ўтказмайдиган юза $\frac{\partial H}{\partial n} = 0$ бунда H - юзага нормал тенг босимлар юзаси (чизиги) тенгламаси $H_{\text{қconst}}$ Модел қисмини фильтрация қаршилиги, с/м² $\Phi = \frac{\Delta \ell}{K \cdot A}$ А- оқим кесим юзаси, м	Электр потенциали U, В Солиштирма электр ўтказувчанлик C, Ом⁻¹, М⁻¹ Ток зичлиги i А/м Ом қонуни $i = -C \frac{\partial U}{\partial \ell}$ ℓ - электр токи ўтказгичи узунлиги, м Электр потенциали учун Лаплас тенгламаси $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = 0$ Потенциал функциялари $U = f(x, y, z)$ Ток кучи $I, \text{ А}$ Чегара шarti Ток ўтказмайдиган юза $\frac{\partial U}{\partial n} = 0$ бунда U - юзага нормал тенг эквивалентлар юзаси (чизиги) тенгламаси $U_{\text{қconst}}$ Электр ўтказувчи жисм қаршилиги, Ом $R = \frac{\Delta \ell}{C \cdot A}$ А- ўтказувчи кесим юзаси, м

Фильтрация босими билан электр токини потенциали ўртасидаги боғланиш қуйидагича ифодаланади.

$$\frac{H_i - H_{\min}}{H_{\min} - H_{\max}} = \frac{U_i - U_{\min}}{U_{\min} - U_{\max}} = U_r \quad (3.35)$$

Нисбий потенциални маълум қийматида босим H_i қуйидаги ифода ёрдамида аниқланади.

$$H_i = H_{\min} + (H_{\max} - H_{\min}) \cdot U_r \quad (3.36)$$

Бунда U_1 берилган нуқтадаги нисбий потенциал

ЭГДА асбобига Уимстон қаршилиқ кўприги асос қилиб олинган. Асбобни умумий схемаси (3.6-расмда) келтирилган. Асбоб таъминловчи (ток манбаи, трансформатор, ва ҳ.) ва ўлчовчи (Агометр, қаршилиқлар магазини, гальванометр ва ўлчовчи игна) занжирдан ташкил топган.

Моделдаги электролитда бир хил потенциалли нуқталарни топиш ва эквипотенциал чизиқларни чизишдан иборат бўлади.

Электр ўтказувчи симнинг иккита паралел тармоғидаги умумий иккита А ва В нуқтадаги потенциаллари U_1 ва U_2 бўлса, мана шу иккита паралел тармоқда потенциаллари ўзаро тенг бўлган иккита С ва D нуқталарни топиш мумкин (3.6-расм). Гальванометр симлари иккита паралел тармоқ билан бирлаштирилса, токнинг потенциал кўп бўлган томондан потенциал оз бўлган томонга қараб оқишини гальванометр стрелкаси кўрсатиб туради. Ҳар иккала нуқтадаги потенциаллар ўзаро тенг бўлса, гальванометр стрелкаси 0 рақами остида туради. R_1 ва R_2 қаршилиқларни билган ҳолда D нуқтада келтирилган потенциал миқдорини қуйидаги ифода ёрадамида аниқланади.

$$\text{Бунда:} \quad \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} U_1 = R_1 R_2 U_2 \quad (3.37)$$

ЭГДА усулида фильтрация масалаларини ечиш ҳаракат тўрини қуриш билан яқунланади.

Моделлаш масштаби ва ўхшашлик критерияси.
Турғун фильтрацияда моделлаш масштаблари.

Масштаб	Масштаб формуласи ва унинг ўлчамлари	Параметрлар ва ўлчов бирликлари	
		натурада	моделда
Чизиқли	$\alpha_\ell = \frac{X}{X_m} = \frac{Y}{Y_m} = \frac{Z}{Z_m}$	ўлчамлар, ℓ , м	ўлчамлар ℓ_m , м
босим	$\alpha_H = \frac{\Delta H}{\Delta U} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}}$	координат X, Y, Z Оқим босими H, м	координат X_m, Y_m, Z_m электр потен- циали U, В
ўтказувчанлик	$\alpha_K = K_1 \cdot \rho_1 = K_2 \cdot \rho_{12} \dots K_n \cdot \rho_n$ (м ² Ом)ғс	фильтрация коэффициенти K, мғс	моделни солиш тирма қарши-лиги $\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$
Сарф	$\alpha_Q = Q / I \text{ м}^3 / (\text{с} \cdot \text{А})$	сарф Q, м ² ғс	ток кучи I, А

Моделнинг чизиқли масштаби, моделда ишлашни қулай бўлишини ва олинадиган натижаларни етарли аниқлигини таъминлашни ҳисобга олиб танланади.

Ўхшашлик критерияси ўхшашлик доимийлиги нисбати ҳисобланади.

$$\alpha_\ell \cdot \alpha_H \cdot \alpha_K / \alpha_Q = 1 \text{ ёки } \alpha_Q = \alpha_\ell \cdot \alpha_H \cdot \alpha_K \quad (3.38)$$

Моделлашнинг чегара шартлари.

1. Натура ва моделни ташқи чегараси геометрик ўхшаш бўлиши керак.
2. Фильтрация области чегарасида натурадаги босим ва моделдаги электр потенциаллари ўхшаш бўлиши керак.

Ҳар хил ўтказувчанликка эга бўлган (ҳар хил фильтрация коэффициентига) фильтрация областини ички чегаралари геометрик ўхшаш бўлиши керак, ҳар бир қатлам солиштирама электр ўтказувчанлигини фильтрация коэффициентига нисбати қуйидаги ифода ёрдамида танланади.

$$\frac{1}{\rho_1 \cdot K_1} = \frac{1}{\rho_2 \cdot K_2} = \dots = \frac{1}{\rho_n \cdot K_n} \text{ ёки } \frac{C_1}{K_1} = \frac{C_2}{K_2} = \dots = \frac{C_n}{K_n} \quad (3.39)$$

бунда $\frac{1}{\rho_1} = C_1; \frac{1}{\rho_2} = C_2; \dots \frac{1}{\rho_n} = C_n$ - ҳар бир қатламни солиш-тирма электр ўтказувчанлиги, $K_1, K_2, K_3, \dots K_n$ - қатламни фильтрация коэффициентлари; $\rho_1, \rho_2, \dots \rho_n$, - солиштирама қаршилиқ.

4. Сув ўтказувчи қатлам чуқурлиги t , босимли текис филт-рация оқимини модели узунлиги ℓ қуйидаги шарт бўйича белгиланади. (3.7- расм)

3,7a6

3,7Br

$$\ell = \ell_0 + (3 \div 4)t \quad (3.40)$$

бунда: ℓ_0 - текширилаётган иншоот ер ости контури сув ўтказмайдиган қисмини горизонтал проекцияси узунлиги.

Замин ўтказувчан қатлами қалинлиги $t \rightarrow \infty$ бўлса $\ell \approx 1.5 \ell_0$ деб қабул қилинади. (3.7-расм). Бунда S_0 - ер ости контури вертикал проекцияси узунлиги.

5. Босимсиз фильтрация моделини узунлиги қуйидагича белгиланади. (3.8-расм.)

$$\ell = b + 4t \quad (3.41)$$

бунда b - тўғон тубининг дренаж бошлангунгача бўлган кенглиги.

Агар сувтўсиқ қатлам жуда чуқурда жойлашган бўлса фильтрация областини пастки чегараси қуйидагича аниқланади.

$$t \approx 2.5b \text{ ёки } t \approx 5H \quad (3.42)$$

Шу иккисидан каттаси қабул қилинади, Бунда ℓ (3.41) формуладан аниқланади.

6. Ҳар хил қатламли заминларда, агар юқорига камсувўтказувчан қатлам кўпсувўтказувчан қатлам устига тўшалган бўлса у ҳолда моделлаш области узунлиги қуйидагига тенг деб қабул қилинади.

$$\ell = \ell_0 + \ell_U \quad (3.43)$$

$$\text{бунда} \quad \ell_U \geq 1.5 \sqrt{\frac{T_{\max} \cdot t_{\min}}{K_{\min}}} \quad (3.44)$$

Сув ўтказувчи қатламларни ўтказувчанлик йиғиндиси кўп қаватли заминларда (3.9-расм).

$$T_{\max} K_2 \cdot t_2 K_3 \cdot t_3 K_4 \cdot t_4 \quad (3.55)$$

икки қаватли заминда

$$T_{\max} K_2 \cdot t_2 \quad (3.46)$$

3,9

Назорат учун саволлар

1. Гидротехника иншоотлари заминдаги босимли фильтрацияни ҳисоблашни қандай усуллари биласиз?
2. Флюэтбет ер ости контурини элементларига нималар киради?
3. Босимли фильтрацияни ҳисоблашни гидромеханик усулини тушунтиринг?
4. Босимли фильтрацияни ҳисоблашни қаршиликлар коэффициенти усулини тушунтириб беринг?
5. Босимли фильтрацияни фрагментлар усулини тушунтириб беринг?
6. Гидродинамика усули нима?
7. Гидродинамика тўри ёрдамида фильтрация оқими параметрлари қандай аниқланади?
8. ЭГДА усули нима? Ва у қандай ўхшашликка асосланган?
9. ЭГДА усулида босимли фильтрацияни аниқлашни тушунтиринг?
10. Босимсиз фильтрацияни ЭГДА усулида қандай аниқланди?

4 БОБ ГРУНТЛИ ТЎҒОНЛАРНИНГ ФИЛЬТРАЦИЯ ҲИСОБИ.

4.1. Грунтли тўғонларда турғун фильтрация ҳисоби.

Фильтрация ҳисоблари фильтрация оқими тезлиги ва градиентини, депрессия эгри чизиғи ҳолатини ҳамда фильтрация оқими сарфини аниқлаш мақсадида бажарилади. Керакли ҳолатларда ушбу параметрларни на фақат тўғон танасида уни замини ва қирғоғи учун ҳам аниқланади. Фильтрация ҳисобларини бажариш учун олдиндан иншоот ҳисобий кесимини, дренаж қурилмалар типини тўғон танаси, уни алоҳида қисмлари ва замини фильтрация коэффицентини белгилаш керак.

Фильтрация ҳисоблари натижаларидан тўғон қиялиги турғунлигини, тўғон танаси, замини ва қирғоғи грунтини фильтрацияга қарши мустаҳкамлигини ҳисоблашда, ҳамда тўғонни конструктив элементлари энг қулай ўлчамларини асослашда фойдаланилади. Ундан ташқари фильтрация ҳисоблари, сув омборидан уни тубига сизаётган сув миқдорини аниқлаб, унга қарши чора-тадбирлар белгилаш имкониятини яратади.

Грунтли тўғонларни фильтрация ҳисобларида гидромеханик, гидравлик ва тажриба усулларида фойдаланиш мумкин.

Ҳозирги пайтда фильтрация ҳисобларнинг жуда кўп аналитик усуллари мавжуд. Қуйида энг кўп учрайдиган тўғон турлари учун ҳисоблар келтирилган.

4.1.1 Асоси сув ўтказмайдиган тўғонлар.

1. Бир жинсли дренажсиз тўғонлар (4.1-расм)

$$H_2 + H_0 = L_{p/m_2} - \sqrt{(L_{p/m_2})^2 (H_1 + H_2)^2 + H_2}$$

$$\frac{L_p K \Delta L_B K_L}{L K m_1 h_s K_{b_{rp}} K m_2 (H_1 K h_s)}$$

$$\Delta L_B K \beta \cdot H_1; \beta K m_1 f(2m_1 K 1); m_1 \geq 2; \beta K 0.4$$

$$q_T = K_T \frac{H_1^2 - (H_2 + H_0)^2}{2[L_p - m_2(H_2 + H_0)]}$$

$$y = \sqrt{H_1^2 - 2q_T / K_T \cdot x}$$

2. Бир жинсли дренаж банкетли тўғон (4.2-расм)

$$q_T = K_T \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_p}$$

$L_p \leq L$; $\Delta L_B \leq \Delta L_H$; $\Delta L_B \leq m_1 H_1 f(2m_1 K_1)$; $\Delta L_H \leq m_1' H_{2/3}$; $H_0 \leq f(m_1') q / K_T - H_2$
 $f(m_1') = 0.36$ $m_1' = 1$ бўлганда, $f(m_1') = 0.28$ $m_1' = 1.5$ бўлганда,
 $f(m_1') q / K_T \leq H_2$ бўлганда $H_0 \geq 0$ деб қабул қилиши керак.

$$Y = \sqrt{(2q / K_T)(L - x \Delta L_H) + (H_2 - H_0)^2}$$

$$Y \geq H_1 - q / K_T \text{ ва } Y \leq H_1 + q / K_T$$

бўлган жойларда депрессия эгри чизиғи кўз билан чамалаб тўғриланади.

3. Бир жинсли қия дренажли тўғон (4.3-расм)

$$q_T = K_T \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_p}$$

бу ерда: $L_p \leq L$; $\Delta L_B \leq \Delta L_H$; $\Delta L_B \leq m_1 H_1 f(2m_1 K_1)$;

$$H_0 = a + \sqrt{a^2 + \frac{m^2}{2 + (m^2)} H^2 \frac{q}{K_T}}$$

$$a = 0.5 f(m_2) q / K_T - 0.5 \{1 + m_2 / 2 [f(m_2)]^2\} H^2$$

$$f(m_2) = H_0 K_T / q; Y = \sqrt{(2q / K_T)(L - x - m_2 H_0) + (H_2 - H_0)^2}$$

$Y \geq H_1 - q / K_T$ ва бўлган жойларда депрессия эгри чизиғи кўз билан кўриб тузилади.

4. Бир жинсли қувир дренаж тўғон (4.4-расм)

$$q_T = K_T \frac{H_1^2}{2L_p}$$

$$L_p \leq \Delta L_B \leq L$$

$$\Delta L_B \leq \beta_b \cdot H; \beta_b \leq m_1 f(2m_1 K_1); m_1 \geq 2; \beta_b \leq 0.4$$

$$Y = \sqrt{(2q / K_T)(L - x + Lq)}$$

бу ерда: $Lq = 0.5 q / K_T$ $Y \geq H_1 - q / K_T$ ва бўлган жойларда депрессия эгри чизиғи кўз билан кўриб тузилади.

5. Эcranли дренажсиз тўғон (4.5-расм)

Номаълум қийматлар q, h_2 ва Y учта тенгламалар системаси ёрдамида аниқланади.

$$\left. \begin{aligned} q &= K_T \frac{H_1^2 - h_i^2 - L^2}{2n\delta_{cp} \sin \alpha} \\ q &= K_T \frac{h_i^2 - Y^2}{2x} \\ q &= K_T \frac{h_i^2 - h_1^2}{2L_1} \end{aligned} \right\}$$

бу ерда: $L\delta_{cp}\cos\alpha$; $nK_T\delta_{cp}K_3$; $\delta_{cp}K(\delta_H K\delta_B)\epsilon^2$;

$$h_1 = H_2 + L/m_2 - \sqrt{(L/m_2)^2 - (h_i - H_2)^2}$$

$$L_1 K L - m_2 h_1; Y = \sqrt{h_i^2 - \frac{h_i^2 - H_0}{4} x}$$

6. Ядроли тўғонлар (4.6-расм)

а) виртуал усул ёрдамида $\delta_{пр}K\delta_{яр}K_T\epsilon K_я$; $\delta_{яр}K(\delta_H K\delta_B)\epsilon^2$ ҳисобга олиб ядроли тўғонни бир жинсли тўғонга келтирамиз. Кейин фильтрация ҳисобларини худди бир жинсли тўғонлар каби бажарамиз.

б) катта хатоларсиз ҳисобларни ядродан кейин депрессия эгри чизигини қуриш ва фильтрация суви миқдорини аниқлаш билан чекланиш мумкин.

$$h_1 = \frac{H_1}{\sqrt{1 + \frac{K_T}{K_я} \cdot \frac{\delta_{cp}}{L}}}$$

$$Y = h_1 \sqrt{x/L_0}$$

бу ерда: $L_0 = L + \ell$; $L = h_2 / 2$ (L ни қийматини ҳисобга олмаслик мумкин, у ҳолда: $L_0 K L$)

$$h_2 = \sqrt{L^2 + h_1^2} - L$$

$$q = \frac{K_T H_1^2}{\left[2L \left(1 + \frac{K_T}{K_я} \frac{\delta_{cp}}{L} \right) \right]}$$

4.1.2 Асоси сув ўтказадиган тўғонлар.

1. Асоси сув ўтказадиган экранли ва понурли тўғонлар, пастки бьефда сув бўлганда (4.7-расм)

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T}{n} \cdot \frac{H_1 - (h_2 + H_2)}{L_n + m_1(h_2 + H_2)} = \frac{h_e}{L} \left[T + \left(H_2 + \frac{h_e}{2} \right) \frac{K_T}{K_я} \right]$$

$$h_1 = \sqrt{L^2 + h_e^2} - L$$

$$y^2 = 2h_1 \cdot x$$

п	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,05	1,02	1,15
ВҒТ	1	1,9	2	2,7	4	8	12	16	20

Тенглама график усулида ечилади. h_e ни бир неча қийматини бериб аввал тенгламани ўнг томонидан, сўнгра иккинчи томонидан q ни миқдори топилади. h_e, q координатларидан иккита эгри чизиқ чизилади ва уларни кесишган жойи h_e ни ҳақиқий қийматига тенг бўлади.

2. Асоси сув ўтказадиган ядроли ва дренажли тўғонлар, пастки бьефда сув йўқ бўлганда (4.9-расм).

$$h = \sqrt{T + \frac{H_1 + 2H_1T}{1 + K_T / K_{\text{я}} \cdot \delta_{\text{cp}} / L}} - T$$

$$q = K_T \frac{(h + T)^2 - T^2}{2L}; \quad Y = h \sqrt{\frac{x}{L}}$$

3. Асоси сув ўтказадиган экранли ва понурли дренажсиз тўғонлар, пастки бьефда сув йўқ бўлганда (4.8-расм).

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T(H_1 - h_e)}{n(L_n + L_1)} = \frac{h_e}{L} \left(T + \frac{h_e}{2} \frac{K_T}{K_0} \right);$$

$$h_1 = \frac{L}{m_2} - \sqrt{\frac{L_2}{m_2^2} - h_c^2};$$

$$y_2 = h_e^2 - 2 \frac{q_T}{K_T} \cdot x$$

4. Асоси сув ўтказадиган экранли, понурли ва дренажли тўғонлар, пастки бьефда сув йўқ бўлганда (4.10-расм).

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T(H_1 - h_e)}{n(L_n + L_1)} = \frac{h_e}{L} \left(T + \frac{h_e}{2} \frac{K_T}{K_0} \right)$$

$$h_1 = \sqrt{L + h_e^2} - L; \quad L = \frac{h_1}{2}$$

у²қ2h₁x бу ерда: L-депрессия эгри чизигини дренаж ичига кирган қисмини узунлиги. Юқоридаги тенгламадан танлаш йўли билан h_e ни қийматини аниқлаймиз.

5. Асоси сув ўтказадиган экранли ва понурли дренажсиз тўғонлар, пастки бьефда сув бўлганда (4.8-расм).

$$\frac{q}{K_0} = \frac{T(H_1 - h_c)}{n(L_n + L_1)} = \frac{h_c - h_0}{L} \left(T + \frac{h_e + h_0}{2} \frac{K_T}{K_0} \right)$$

$$h_1 - h_0 = \frac{L}{m_2} - \sqrt{\frac{L_2}{m_1^2} - (h_c - h_0)^2}$$

Фильтрация ҳисобларида тўғоннинг 1 п.м узунлигидаги фильтрация сувлари сарфидан ташқари тўғондан ўтаётган умумий сув сарфини ҳам билиш керак. Бунинг учун грунт тўғон узунлиги бўйича қатор $\ell_1, \ell_2, \ell_3, \ell_4$ участкаларга бўлинади. Бу

участкаларда тўғон олдидаги сувни ўртача босими мос ҳолда H_1, H_2, H_3, H_4 бўлади (4.11-расм).

Юқоридаги келтирилган ифодалар ёрдамида ҳар бир участка учун тўғон типига қараб q_1, q_2, q_3, q_4 ва h . Фильтрация сув сарфи аниқлаймиз.

Тўғондан ўтаётган фильтрация сувларини умумий сарфи алоҳида участкалар сув сарфини йиғиндисига тенг:

$$Q = q_1 \ell_1 + q_2 \ell_2 + q_3 \ell_3 + q_4 \ell_4 \dots$$

бу ерда: Q -тўғондан сизиб ўтаётган умумий сув сарфи, $m^3/сут$.

Ҳисоблаш даврида қуйидаги белгилар қабул қилинган:

$V_{гр}$ -тўғон устки қисми кенглиги;

H_s -тўғон устки қисмининг юқори бьеф сув сатҳидан баландлиги;

m_1 ва m_2 -юқори ва пастки қиялик коэффициентлари;

H_1 -юқори бьефдаги сувни чуқурлиги;

H_2 -пастки бьефдаги сувни чуқурлиги;

K_T -тўғон грунтнинг фильтрация коэффициенти;

K_0 -тўғон асосидаги грунтнинг фильтрация коэффициенти;

H_0 -депрессия эгри чизигининг пастки қияликда чиқадиган нуқтасидан паски бьефдаги сув сатҳигача бўлган масофа;

$K_э, K_я$ -тўғон экрани ва ядросидаги грунтнинг фильтрация коэффициенти;

$h_э$ -экраннынг паст томонида тўғондаги фильтрация оқимининг чуқурлиги;

$\alpha_э$ -экраннынг тўғон тубига нисбатан оғиш бурчаги;

$\delta_э, \delta_я$ -экрани ва ядронинг ўртача қалинлиги;

T_0 -сув ўтказадиган қатлам чуқурлиги;

$L_{тўғ}$ -тўғон остининг кенглиги.

Қолган белгилар ҳисоблаш схемасида кўрсатилган.

4,4-4,6

4,7-4,8

4,9-4,10

4,11

4.2. Баланд грунтли тўғонларни фильтрация ҳисоби.

Бундай тўғонларни ҳисоблашни В.П.Недрига ва Г.И.Покровский таклиф қилган усулини кўриб чиқамиз. Бундай тўғонларда, айниқса боғланган грунтлардан иборат бўлса уларни грунтларини физик-механик ва фильтрация параметрларига тўғонни ўз оғирлиги ва сувни гидростатик босими етарли таъсир кўрсатади. Бу ҳолат уларни фильтрация ҳисобида тўғонни кучланганлик-деформация ҳолатини ҳисобга олиш кераклигини белгилайди.

Кучланишларни аниқлашда тўғонни ташкил қилган грунт бир жинсли изотроп ва чизикли-деформацияланувчи жисм, яъни деформация уни ҳосил қилувчи кучланишга пропорционал деб қабул қилинади.

Ҳисоблашни оддий ҳолатида тўғон танаси ичидаги босим тақрибан гидростатика қонуни бўйича тарқалган деб қабул қилиш мумкин, у ҳолда тенг босимлар чизиғи (4.12-расм)да кўрсатилган синиқ чизиклар кўринишини олади.

Зичловчи нагрукани боғланган грунт фильтрация коэффициентига таъсирини уни лабораторияда фильтрация-компрессия асбобида текшириб белгиланади.

4.12-а.расмда кўриниб турибдики кучланганлик-деформацияланиш ҳолатида тўғон танаси фильтрацияга нисбатан, фильтрация коэффициентлари Z ва X ўқлари бўйича ўзгарувчи област ҳисобланади.

Бундай областда фильтрацияни ҳисоблаш мураккаб масала. Буни соддалаштириш учун фильтрация коэффициенти Z ва X ўқлари бўйича ўзгарувчи фильтрацияни ҳақиқий области уни фильтрация коэффициенти фақат Z ўқи бўйича ўзгарадиган фиктив виртуал областга келтирилади. Бундай келтириш алоҳида участкалар бўйича қуйидаги ифодадан фойдаланиб амалга оширилади.

$$\ell_{\text{вер}} = \sum_{m=1}^c \frac{K_n \cdot \ell_m}{K_{m-1} - K_m} \cdot \ell_n \frac{K_{m-1}}{K_m} \quad (4.9)$$

бунда: K_n -тўғон танаси грунтини уни чўққисини тўғрисида тубидаги қисмида
фильтрация коэффициенти;

ℓ_m -участка узунлиги (ℓ_1, ℓ_2 ва х.);

K_{m-1} - қурилаётган участканинг бошланиш қисмидаги фильтрация
коэффициенти;

K_m - ўша участканинг охирги қисмидаги фильтрация коэффициентлари.
 Мисол, тўғонни юқори қисми учун (4.12-расмда кўрсатилган) (4.9) ифода қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$\ell_{\text{вер1}} = \frac{K_n \cdot \ell_1}{K_1 - K_2} \ln \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_n \cdot \ell_2}{K_2 - K_n} \ln \frac{K_2}{K_n} \quad (4.10)$$

пастки қисми учун

$$\ell_{\text{вер2}} = \frac{K_n \cdot \ell_1}{K_1 - K_2} \ln \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_n \cdot \ell_2}{K_2 - K_3} \ln \frac{K_2}{K_3} + \frac{K_n \cdot \ell_3}{K_3 - K_4} \ln \frac{K_3}{K_4} + \frac{K_n \cdot \ell_4}{K_4 - K_n} \ln \frac{K_4}{K_n} \quad (4.11)$$

Шундай йўл билан тўғонни замини бўйича ҳақиқий кенглиги $\ell, \ell_{вер}$ келтирилади. Сўнгра фильтрация оқимини параметрлари, фильтрация коэффиценти фақат Z ўқи бўйича ўзгарадиган келтирилган тўғон танасига нисбатан аниқланади.

Вертуал тўғон танаси грунтини фильтрация коэффиценти эпюраси парабола кўринишига эга

Уни тенграмаси қуйидаги кўринишга эга бўлади.

$$K_z = A(z - H_{нл})^2 + K_n \quad (4.12)$$

бунда: $H_{нл}$ - тўғонни қурилиш баландлиги

$$A = \frac{K_z - K_n}{H_{нл}^2} \quad (4.13)$$

бунда: K_r - грунт қатламини тўғон чўққисидаги қисмида фильтрация коэффиценти.

Фильтрация ҳисобларида тўғонни трапециодал қисмида юқори қисми қиялиги кенглиги ΔL бўлган тўғри бурчакли призма билан алмаштирилади.

$$\Delta L = \beta \cdot H_1 \quad (4.14)$$

бунда: β - тўғон танасини бир жинсмаслик даражасига боғлиқ коэффицент (4.12-расм).

$$\sigma = K_z / K_n \quad (4.15)$$

тўғонни ҳисобий кенглиги

$$L_p = L_0 + \Delta L \quad (4.16)$$

$$\text{бунда: } L_0 = m'_1(H_{нл} - H_1) + b + H_{нл} \cdot m'_2 \quad (4.17)$$

Тўғонни бирлик узунликдаги фильтрация сарфи

$$q = \frac{1}{m'_2} \left[A \left(\frac{L_p \cdot H_1}{m'_2} - \frac{2L_p - m'_2 \cdot H_1}{2 \cdot m'_2} - \frac{H_1^3}{6} - \frac{L_p^2}{m'^2_2} \cdot \frac{L_p - m'_2 \cdot H_1}{m'_2} \ln \frac{L_p}{L_p - m'_2 \cdot H_1} \right) + K_n \left(H_1 - \frac{L_p - m'_2 \cdot H_1}{m'_2} \ln \frac{L_p}{L_p - m'_2 \cdot H_1} \right) \right] \quad (4.18)$$

Фильтрация оқимини пастки қияликка чиқиш баландлиги h_b қуйидаги тенгламани ечимидан топилади.

$$h_b = (Bh_b^2 + C) - q = 0 \quad (4.19)$$

бунда
$$B = \frac{A}{3} \sin \varphi; \quad C = K_n \cdot \sin \varphi \quad (4.20)$$

φ -пастки қияликни горизонтга оғиш бурчаги (4.19) тенгламани чиқиш баландлигини 4-5 та қийматини бериб графоана-литик усулда ечиш мақсадга мувофиқдир.

Дипрессия эгри чизиғи қуйидаги ифодадан аниқланади.

$$X_{вир} = L_p - \left[m_2^1 h_b + \frac{A}{12q} (h_x^4 - h_b^4) + \frac{K_n}{2q} (h_x^2 - h_b^2) \right] \quad (4.21)$$

$H_1 \geq h_x \geq h_b$ бўлганда

(4.21) тенгламадан аниқланган вертуал тўғонни депрессия эгри чизиғини ординаталари, ҳақиқий тўғонга қуйидаги ифодадан фойдаланиб қўйилади.

$$X_{к} X_{вир} \cdot L_2 F_{L_{вир}^2} \quad (4.22)$$

4.3. Фильтрацияга қарши қурилмалари бўлмаган портлатиб қурилган тўғонлар ҳисоби.

Бу тўғонларни ҳисоби В.П.Недрига ва Г.И.Покровский усули бўйича амалга ошираммиз.

Қоя грунтлардан қурилган тўғонларда сувни ҳаракати тўғри чизиқмас қонунга бўйсунди.

$$q_x = -K_z (dh/dx)^{1/n} \quad (4.23)$$

бунда: q_x -фильтрация тезлиги;

K_z -тўғонни баландлиги бўйича ўзгарувчи фильтрация коэффициентини.

$2 > n > 1$ -миқдори иншоотдаги ўртача градиентга қараб қуйидаги жадвалдан аниқланади.

l	n
0.05-0.10	1.20-1.25
0.10-0.15	1.25-1.30
0.15-0.25	1.30-1.40

Тўғон танаси грунтини z ўқи бўйича ҳар қандай нуқтасидаги фильтрация коэффициентини тақрибан параболик ифода билан аниқланиши мумкин. (4.13-расм).

$$K_z = AZ^2 + K_n \quad (4.24)$$

бунда A -(4.13) ифодадан аниқланади.
 Тўғонни бирлик узунликдаги фильрация сарфи

$$q = (1/m_2)^{1/n} (K_n \cdot H_1 \cdot J_1 + AH_1^3 \cdot J_2) \quad (4.25)$$

бунда: $J_1, J_2, 1/n$ ва $a = H/H_1$ параметрларига боғлиқ ва 4.14 ҳамда 4.15 -
 расмдаги графикдан олинadиган коэффициентлар.

4,15-4,16

Депрессия эгри чизиғини қияликка чиқиш баландлиги (4.19) ифодадан аниқланади.

бунда

$$B = \frac{A}{3} (\sin \varphi)^{1/n}; \quad C = K_n \cdot (\sin \varphi)^{1/n} \quad (4.26)$$

Ҳамма келтирилган ҳисоблар тўғонни қиялиги тик бўлган ҳолат учун берилган. Трапеция кўринишдаги тўғонлар учун юқори қисми кенглиги ΔL бўлган ва (4.14) ифодан аниқланадиган тўғри бурчакли призма билан алмаштрилади. Бунда β коэффиценти $1 \leq \beta \leq 0.7-0.8$ бўлганда 4.16-расмдан олинади, $1 \leq \beta \leq 0.5$ ва $m_1 \geq 1$ бўлганда $\beta = 0,4$.

Назорат учун саволлар

1. Грунтли тўғонлардаги турғун фильтрация деганда нимани тушунаси?
2. Нима учун грунтли тўғонлардаги фильтрация босимсиз ҳисобланади?
3. Грунтли тўғонларни фильтрация ҳисоби ёрдамида оқимни қандай элементлари аниқланади?
4. Бир жинсли замини сув ўтказмайдиган грунтли тўғонни фильтрация ҳисобини биласизми?
5. Ядроли тўғонни фильтрация ҳисобини виртуал усулини биласизми?
6. Экранли ва панурли тўғонни фильтрация ҳисобини тушунтиринг?
7. Баланд грунтли тўғонларни фильтрация ҳисоби қандай бажарилади?
8. Фильтрацияга қарши қурилмалари бўлмаган портлатиб қурилган тўғонларни фильтрация ҳисобини тушунтиринг?

АДАБИЁТЛАР.

1. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. М., Гостехиздат, 1953.
2. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Фильтрационнўе расчётў гидротехнических сооружений. М., Госстройиздат, 1955.

3. Ведерников В.В. Теория фильтрации и ее применение в области ирригации и дренажа. М., Стройиздат, 1939.
4. Дружинин И.И. Метод ЭГДА и его применение при исследовании фильтрации. Л.,Госэнергоиздат, 1956.
5. Павловский Н.Н. Собрание сочинений. М.,Л. АН СССР,1956.т.2. Движение грунтовых вод.
6. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. М. Наука,1977.
7. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. Под ред. В.П.Недриги. М.,Стройиздат, 1983.
8. Гольдин А.Л., Рассказов Л.Н. Проектирование грунтовых плотин. М. Энергоатомиздат. 1987 г.
9. Гавич П. Гидрогеодинамика. М. Недра 1995 г.
10. Шестаков В.М. Динамика подземных вод., М.,МГУ, 1996
11. Чугаев Р.Р. Гидравлика. М. Энергоатомиздат. 1987
12. Хусанходжаев З.Х. Гидротехника иншоотлари. Т. Ўқитувчи 1969
13. Грунтли тўғонларни лойиҳалаш. Т. ТАҚИ 1993

МУНДАРИЖА

Сўз боши.....	3
I БОБ. Фильтрация тўғрисида умумий маълумот	
1.1 Фильтрация тўғрисида тушунча.....	4
1.2 Гидротехника иншоотлари фильтрация ҳисобини мақсад ва вазифалари.....	4
1.3 Фильтрация асосий қонуни.....	5
1.4 Фильтрация коэффицентини аниқлаш усуллари.....	7
2 Боб. Фильтрация назариясининг физик ва математик асослари.	
2.1 Фильтрацияни асосий тенгламалари.....	11
2.2 Текисликдаги турғун фильтрация.....	13
2.3 Планадаги фильтрация.....	14
2.4 Аста ўзгарадиган турғун босимсиз фильтрация ҳаракати.....	15
3 Боб. Гидротехника иншоотлари заминда босимли фильтрацияни ҳисоблаш усуллари.	
3.1 Гидротехника иншоотлари ер ости контури элементлари.....	23
3.2 Гидротехника иншоотлари заминдаги босимли фильтрацияни ҳисоблашни гидромеханик усули.....	24
3.3 Фильтрация ҳисобларининг тақрибий усуллари.....	29
3.4 Гидродинамика усули.....	35
3.5 ЭГДА усули.....	38
4 БОБ Грунтли тўғонларнинг фильтрация ҳисоби.	
4.1 Грунтли тўғонларда турғун фильтрация ҳисоби.....	48
4.2 Баланд грунтли тўғонларни фильтрация ҳисоби.....	58
4.3 Фильтрацияга қарши қурилмалари бўлмаган портлатиб қурилган тўғонлар ҳисоби.....	62
Адабиётлар.....	65